



#3

2851

2800 0400
3PATENT
365-494P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: HILTUNEN, Jyrki Conf.: unassigned
Appl. No.: 09/788,922 **778922** Group: unassigned
Filed: February 8, 2001 Examiner: UNASSIGNED
For: PROCESS AND APPARATUS FOR SEPARATING
SOLID SUBSTANCES FROM GASES.

LETTER

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

April 9, 2001

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>
FINLAND	20000262

<u>Filed</u>
February 8, 2001

RECEIVED
MAY 31 2001
TC 2800 MAIL ROOM

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By 
Leonard R. Svensson, #30, 80

RECEIVED
JUN -4 2001
TC 2800 MAIL ROOM

LRS/clh
365-494P

P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
(703) 205-8000

Attachment

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 5.1.2001



ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT



Hakija
Applicant

Fortum Oil and Gas Oy
Espoo

Patenttihakemus nro
Patent application no

20000262

Tekemispäivä
Filing date

08.02.2000

Kansainvälinen luokka
International class

B04C

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Menetelmä ja laitteisto kiintoaineen erottamiseksi kaasusta"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista seistä patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.


Pirjo Kaila
Tutkimussihteeri

RECEIVED
JUN -4 2001
PC 2800 MAIL ROOM

RECEIVED
MAY 31 2001
PC 2800 MAIL ROOM

Maksu 300,- mk
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Menetelmä ja laitteisto kiintoaineen erottamiseksi kaasuista

Esillä oleva keksintö koskee patenttivaatimuksen 1 johdannon mukaista menetelmää kiintoaineen erottamiseksi kaasuista.

Tällaisen menetelmän mukaan kiintoainetta sisältävä kaasu johdetaan erotusyksikköön, joka käsittää ainakin kahden moniaukkosityklonin muodostaman erotuslaitteiston, jossa kiintoaine erotetaan kaasufaasista keskipakovoiman avulla.

Keksintö koskee myös patenttivaatimuksen 13 johdannon mukaista sykloniyksikköä, joka käsittää ainakin kahden moniaukkosityklonin muodostaman sovitelman.

Keksinnön mukaista menetelmää ja laitteistoa voidaan etenkin käyttää hiilivetyjen käsitteilyyn tarkoitettujen prosessien yhteydessä. Näitä ovat esim. katalyyttinen ja terminen krakkaus, dehydraus, Fischer-Tropsch-synteesi, maleiinihappo-anhydridin valmistus sekä metaanin hapettava dimerointi. Keksintö sopii kuitenkin käytettäväksi yleisesti kiintoaineen erottamiseen kaasuvirrasta. Niinpä toinen merkittävä alue on lämmön- ja voimantuotanto, jossa tekniikkaa voidaan soveltaa erityisesti kiinteää polttoainetta käyttävien kattiloiden yhteydessä.

Hiilivetyjen konvertointiprosesseissa käytetään tunnetusti kiintopetireaktoreita ja leijupeti-reaktoreita (leijukatalyyttisiä reaktoreita). "Leijukatalyyttisillä laitteistoilla" tarkoitetaan seuraavassa laitteistoja, joita käytetään prosesseissa, joissa hienojakoinen katalyyttijauhe on jakautuneena esim. ylöspäin kulkevassa kaasuvirrassa, jossa se aiheuttaa halutut reaktiot.

Eräs eniten käytetyistä leijukatalyyttisistä reaktorijärjestelmistä on FCC-laitteisto eli leijukatalyyttinen krakkauslaitteisto, jonka pääkomponentteja ovat nopean leijutusvirtauksen alueella toimiva nousuputki, suuritulavuuksinen, laimeassa suspensiofaasissa toimiva reaktori sekä leijukerrosalueella toimiva regeneraattori.

FCC-yksikössä nousuputkesta ja suuritulavuuksisesta reaktorista saatavan kiintoainesuspension kiintoainepartikkelit ja tuotekaasu erotetaan toisistaan sykloneissa, joiden toiminta perustuu keskipakovoiman hyväksikäyttöön. Sykloneita asennetaan usein sarjaan kaasuvirran suunnassa kokonaiserotusasteen parantamiseksi, koska normaalien yksittäisten syklonien erotusaste on huono alle 15 μm :n partikkeleilla.

Syklonit voivat olla rakenteeltaan kierukkamaisia tai spiraalimaisia, jolloin kiintoaine-

suspensio tuodaan tangentiaalisena virtauksena syklonin lieriömäiseen osaan ja katalyytti erottuu kaasusta seinämän lähelle virtauksen kiertäessä tyypillisesti 7-9 kierrosta syklonin lieriömäisessä ja sen jatkeena olevassa kartiomaisessa osassa. Tunnetaan myös aksiaali-sykloneita, joissa putkessa kulkeva kaasu saatetaan siivistöllä kiertoliikkeeseen, jolloin
 5 kiintoaine keskipakovoiman vaikutuksesta ajautuu putken seinämälle eroon kaasuvirrasta.

Aksiaalivirtaussykloneita on kuvattu patenttijulkaisuissa GB 1 592 051 ja GB 1 526 509. Julkaisujen mukaan aksiaalivirtaussyklonissa on putkimainen syklonikammio, jonka ensimmäisessä päässä on käsiteltävän virtauksen sisääntuloaukko ja toisessa päässä puhdis-
 10 tetun kaasun poistoaukko. Kyseisiä sykloneja ehdotetaan käytettäväksi poltto-, diesel- ja suihkumootoreissa, turbiineissa ja sen tapaisissa laitteissa, jotka tarvitsevat puhdasta syöttöilmaa.

Kiristyvät ilmansuojeluvaatimukset ja energian käyttöä tehostava FCC:n regenerointikaasun paineenalennus turbiineilla asettavat vielä entistä tiukemmat rajoitukset FCC:n pölypitoisuudelle. Syklonin halkaisijaa pienentämällä on erotustehokkuutta mahdollista parantaa, mutta syklonien määrää on vastaavasti lisättävä.
 15

Voimantuotannossa ongelmana on, että sähkösuodattimille tulee usein huomattava määrä palamattomia komponentteja, jotka kuormittavat ja likaavat sähkösuodatinta. Tehokkaampaa syklonierotusta käyttämällä nämä komponentit saataisiin takaisin palamisprosessiin ja näin nostettua kattilan hyötysuhdetta. Tietyissä tapauksissa sähkösuodatin voitaisiin korvata kokonaan.
 20

Perinteisten FCC-yksiköiden ongelmia ovat puutteellisen erotuskyvyn lisäksi mm. katalyytin/kiintoaineen ja rakenteiden eroosio. Ongelmat kohdistuvat useimmiten laitteistoon olennaisena osana kuuluviin kaasujen ja kiintoaineen/katalyytin erotussykloneihin. Kuluminen estämiseksi perinteiset syklonirakenteet joudutaan vuoraamaan keraamisella massalla. Eroosiosta aiheutuvat ongelmat korostuvat, kun syklonin halkaisijaa pienennetään.
 25

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on poistaa tunnettuun tekniikkaan liittyvät epäkohdat ja saada aikaan uusi ratkaisu kiintoaineiden erottamiseksi kaasuista.
 30

Keksintö perustuu siihen ajatukseen, että sykloniyksikkö toteutetaan useasta rinnakkain järjestetystä moniaukkosityklonista. Yllättäen on todettu, että tällaisella ratkaisulla voidaan sykloniyksikön erotustehokkuutta kasvattaa ilman, että laitteiston eroosio merkittävästi lisääntyy.
 35

Esillä olevan keksinnön mukainen sykloniyksikkö käsittää siten ainakin kaksi rinnakkain järjestettyä moniaukkosyklonia. Jokaisessa syklonissa on syöttöputki käsiteltävälle, kiinto-ainepitoiselle kaasuvirralle ja syöttöputkeen yhdistetty erotuskammio, jolla on oleellisesti pystysuora keskiakseli ja jossa on ainakin kaksi johtosiipeä, jotka saattavat kaasuvirran oleellisesti tangentialiseen virtaukseen erotuskammiossa kiintoaineksen erottamiseksi kaasusta. Syklonin erotuskammion alapäähän yhdistetty laskujalka erotetulle kiintoaineelle sekä erotuskammion keskiakselin suuntainen keskusputki kiintoaineesta puhdistetulle kaasulle. Syklonit on järjestetty rinnakkain yhdistämällä moniaukkosyklonien syöttöputket toisiinsa ja syklonien laskujalat yhteiseen poistoputkeen.

Keksinnön mukaista syklonisovitelmaa voidaan käyttää esim. FCC-yksikön primääri-erottimena, mutta edullisemmin sitä käytetään FCC-yksikön sekundääri- tai tertiääri-erottimena, jolla erotetaan aikaisempien erotusvaiheiden poistokaasujen kaikkein hienoimmat partikkelit.

Täsmällisemmin sanottuna keksinnön mukaiselle menetelmälle on pääasiallisesti tunnusomaista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa

Keksinnön mukaiselle erotussovitelmalle on puolestaan tunnusomaista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksen 13 tunnusmerkkiosassa.

Esillä olevan keksinnön avulla saavutetaan huomattavia etuja. Niinpä leikkausjännitykset, jotka aiheuttavat eroosiota, muodostuvat keksinnön mukaisessa moniaukko-multisyklonissa pienemmiksi kuin konventionaalisessa, esim. aksiaalisykloneihin perustuvassa multisyklonissa. Moniaukkosykloneilla toteutettu multisykloni on kuitenkin samalla aksiaalisykloneilla toteutettua multisyklonia tehokkaampi ja kustannuksiltaan samaa luokkaa. Aksiaalisyklonissa kiintoainepitoista virtausta ei voida kiihdyttää virtaussolassa, mikä olisi toivottavaa erotustehokkuuden kasvattamiseksi. Moniaukko-syklonissa on sen sijaan tyyppillisesti suorat siivet, joilla virtaus jaetaan osavirroiksi, joista jokaisen virtausnopeutta voidaan tehokkaasti kiihdyttää. Suorat siivet ovat vähemmän alttiita kulumiselle kuin kaarevat siivet, koska niillä ei pyritä poikkeuttamaan virtauksen suuntaa, vaan pelkästään kiihdyttämään kaasun virtausnopeutta. Pienemmän kiintoainepitoisuuden ansiosta laitteiston seinämän kulumisen vielä entisestään pienenee. Samalla kiintoaineen eroosio pienenee, mikä vähentää hienoaineksen muodostumista erotuksessa.

Moniaukko-multisykloni toimii erityisen tehokkaasti 2- tai 3-vaiheen erottimena, koska virtaus tuodaan lähelle erotuskammion seinämää yllä mainituilla siivillä. Keksinnön mukaisella laitteistolla saadaankin erittäin pienet partikkelit, etenkin yllä mainitut alle 15

um:n partikkelit, erotetuksi poistokaasuista nykyistä tehokkaammin, jolloin FCC-laitteisto voidaan kustannuksiltaan varsin edullisella ratkaisulla saattaa vastaamaan kiristyviä FCC:n pölypitoisuuden vaatimuksia. Kilpaileva tekniikka on voimantuotannossa yleisesti käytetty sähkösuodatin, joka on investoinniltaan, tilantarpeeltaan ja käyttökustannuksiltaan huomattavasti kalliimpi ratkaisu.

Voimantuotannossa kiinteää polttoainetta käyttävien kattiloiden yhteydessä moniaukko-multisyklonia voidaan käyttää varsinkin ennen sähkösuodatinta poistamaan palamattomat komponentit nykyistä tehokkaammin ja tietyissä tapauksissa korvaamaan sähkösuodatin kokonaan.

Keksinnön mukaisella moniaukko-multisyklonilla nykyisillä FCC-katalyytillä on mahdollista päästä alle 50 mg/Nm^3 poistokaasun pölypitoisuuteen, mikäli laite toimii sekundääri- tai tertiäärierottimena.

Keksintöä ryhdytään seuraavassa lähemmin tarkastelemaan yksityiskohtaisen selityksen avulla oheisiin piirustuksiin viitaten.

Kuviossa 1 on periaatepiirroksena esitetty tavanomainen ja kuviossa 2 keksinnön mukainen sykloniratkaisu, joissa on kaksi sykklonia (primääri- ja sekundäärisykloni) sarjassa kytkettynä FCC-reaktorin regeneraattoriin, ja kuviossa 3 on sivukuvantona esitetty FCC:n 3-vaiheen regeneraattorisykloniksi tarkoitettun keksinnön mukaisen moniaukko-multisyklonin periaatteellinen rakenne.

Moniaukkosykloni on ennestään tunnettu ja se on kuvattu mm. US-patenttijulkaisussa 3.969.096. Useamman moniaukkosyklonin muodostamat kaskadit ovat niinkään tunnettuja. Tältä osin viittaamme PCT-hakemusjulkaisussamme WO 99/25469 esitettyyn ratkaisuun. Järjestämällä useampia moniaukkosykloneja peräkkäin kokonaiserotusastetta voidaan merkittävästi parantaa. Lisäksi saavutetaan huomattava tilansäästö, kun erotuslaitte-kaskadi rakennetaan moniaukkosykloneista, koska syklonit voidaan sijoittaa sisäkkäin. Huomautettakoon kuitenkin, ettei hakemusjulkaisussa WO 99/25469 ole mitään mainintaa siitä, että moniaukkosyklonit voitaisiin sovittaa rinnakkain, eikä siinä liioin ole keskusteltu mahdollisuuksista parantaa sykloniyhdistelmän erotuskykyä eroosiota lisäämättä.

Keksinnössä käytettävässä erotuslaitteessa eli moniaukko-multisyklonissa on kaksi, sopi vimminkin ainakin kolme, erityisen edullisesti 3 - 25 rinnakkain järjestettyä moniaukkosyklonia. Rinnakkain järjestämisellä tarkoitetaan tässä keksinnössä, että jokaisella syklonilla on yhteinen syöttökanava sekä yhteinen poistokanava. Laitteiston keskeinen osa on sen erotuskammio, jolla on ainakin oleellisesti pystysuora keskiakseli ja jonka sisäpinnan poikki-

leikkaus on oleellisesti ympyräkehän muotoinen eli erotuskammio on rotaatiosymmetrinen keskiakselinsa suhteen. Moniaukko-multisyklonissa kaikkien syklonien erotuskammioiden keskiakselit ovat yhdensuuntaiset tai ainakin oleellisesti yhdensuuntaiset.

5 Erotuskammioon on yhdistetty käsiteltävien kaasujen syöttöyhde. Syöttöyhde on sovitettu pääasiassa kohtisuoraksi erotuskammion keskiakselia vastaan ja siinä on keskiakselin suunnassa suorat johtosiivet (eli johtosiivet, jotka ovat yhdensuuntaiset keskiakselin kanssa). Johtosiivistön avulla käsiteltävä kaasu voidaan saattaa erotuskammion sisäpintaa pitkin tapahtuvaan kaasuvirtaukseen kiintoaineen erottamiseksi kaasusta keskipakovoiman vaikutuksesta. Johtosiipiä on ainakin 2, edullisesti 3 - 20. Syklonin johtosiivet on sovitettu 10 rengasmaisesti syklonin kammion kehälle, osittain tai kokonaan virtauskanavaan johtosiivistöksi siten, että tämä muodostaa useita rinnakkaisia kaasun sisäänvirtauskanavia. Erotuskammioon on edelleen järjestetty keskusputki kaasujen poistamiseksi sekä laskujalka kaasusta erotetun kiintoaineen talteen ottamiseksi.

15 Moniaukko-multisykloien yhteinen syöttöyhde voi koostua kahden sisäkkäisen lieriömäisen tai osin kartiomaisen verhopinnan välille muodostetusta tilasta, joka voi olla jaettu aksiaalisuunnassa väliseinämällä rinnakkaisiksi segmenteiksi. Rinnakkaiset segmentit voivat olla aikaansaatuja järjestämällä kahden sisäkkäisen lieriömäisen verhopinnan välille reaktiotilan pituusakselin suuntaiset välilevyt. Lähes samaan tulokseen päädytään, kun syöttöyhde muodostuu ympyrän kehälle järjestetyistä rinnakkaisista syöttöputkista. On myös mahdollista syöttää kaasuvirtaus vain toispuolisesti, esimerkiksi multisyklonin paineseinämän kautta viedystä syöttöputkesta.

25 Aksiaalivirtausykloneista keksinnön kohteena olevat syklonit poikkeavat mm. siten, että syklonista poistettava puhdistettu kaasuvirtaus johdetaan syklonista ulos edullisesti syklonikammion yläosaan sovitettua yhdettä pitkin.

30 Keksinnön mukaisessa menetelmässä moniaukko-multisyklonit voidaan muodostaa osaksi monivaiheista erotuslaitteistoa. Niinpä keksinnön ensimmäisen sovellutusmuodon mukaan erotuslaitteisto käsittää primäärierottimen, joka on tavanomainen sykloni tai, edullisesti, moniaukkosykloni, ja sekundäärierottimen, joka on yllä kuvattu moniaukko-multisykloni.

35 Keksinnön toisen sovellutusmuodon mukaan erotuslaitteisto käsittää konventionaaliset primääri- ja sekundäärierottimet ja moniaukko-multisykloni on sovitettu laitteiston tertiärisykloniksi. Vaihtoehtoisesti ainakin toinen primääri- ja sekundäärierottimista on moniaukkosykloni. Yhden tavanomaisen syklonin tilalla voidaan myös käyttää sarjaan tai rinnakkain järjestettyjä sykloneja. Samoin konventionaalinen moniaukko-sykloni voidaan

keksinnön mukaan korvata sarjaan järjestetyillä moniaukkosykloneilla. Viittaamme tässä yhteydessä yllä mainitussa hakemusjulkaisussa WO 99/25469 esitettyyn ratkaisuun. Keksinnön mukaisia moniaukko-multisykloneja voidaan tietenkin käyttää useammassakin erotusvaiheessa, esim. sekä sekundääri- että tertiäärisykloneina.

5

Yllä kuvattua laiteratkaisua ja prosessia voidaan soveltaa katalyytin erottamiseksi leijukatalyyttisen krakkauksen (FCC) tuotekaasuista. Moniaukko-multisyklonia voidaan erityisen edullisesti käyttää FCC-yksikön regeneraattorissa regeneroidun katalyytin erottamiseksi koksen polttokaasuista.

10

Muita leijukatalyyttisiä sovellutuksia ovat mm.: katalyyttinen reformointi, ftalihapon anhydridin, maleiinihapon anhydridin, metaanin hapettava dimerointi, Fischer-Tropsch synteesi, metaanin, etaanin jne. klooraus ja bromaus metanolin konvertointi olefiineiksi tai bensiiniksi.

15

Keksinnön mukainen/mukaiset moniaukko-multisykloni(t) yhdistetään joko suoraan leijukatalyyttisen reaktorin nousuputkeen (riseriin), mikä edustaa keksinnön edullista sovellusta, tai sen/niiden tuloyhde saatetaan yhteyteen leijukatalyyttisen reaktorin kaasutilaan, kuten perinteisissä ratkaisuissa.

20

Kuvioissa 1 ja 2 on kuvattu tavanomainen ja vastaavasti keksinnön mukaiset sykloniratkaisut, joista tunnetun tekniikan mukaan on kaksi sykklonia (primääri- ja sekundäärisykloni) sarjassa FCC-regeneraattorissa. Sykloneja voi olla sarjassa enemmän tai vähemmän kuin kaksi kappaletta. Tavanomaisen syklonin maksimihalkaisija on noin 1 m, joten sykloneita voi edelleen käsiteltävästä kaasumäärän mukaan olla enemmän kuin yksi rinnan.

25

Tavanomaisessa sykloniratkaisussa arinan 1 läpi tuleva ilma leijuttaa regeneraattorissa 2 olevaa katalyyttiä kuplivapetitilassa ja tuo happea koksen polttoon tarvittavaan reaktioon. Kaasu ja sen mukaan joutuvat katalyyttipartikkelit kulkevat regeneraattorin 2 sisällä olevaan primäärisykloniin 3. Hiukkaset erottuvat kaasusta kammion seinämälle ja putoavat primäärisyklonin jalkaan. Jalasta katalyytti kulkee takaisin leijupetiin. Primäärisykloniin tullut kaasuvirta poistuu syklonista keskusputken kautta, sekundäärisykloniin 4. Kaasu ja hiukkaset erottuvat kammion seinämälle, josta putoavat sekundäärisyklonin jalkaan. Sekundäärisyklonista kaasuvirta kulkee keräyskammioon ja poistuu reaktorista poistoputken 5 kautta.

35

Kuvion 2 regeneraattori 6 käsittää primäärisyklonin 8 ja sekundäärisyklonin 13 sekä arinan

7 ilman johtamiseksi regeneraattoriin 6 ja poistoputken 18 kaasuvirran johtamiseksi ulos sekundäärisyklonista ja samalla koko regeneraattorista. Primäärisykloni käsittää regeneraattorin 6 sisälle, regeneraattorikammion yläosaan sijoitetun tilan 9, tilan 9 yläosaan sovitettun johtosiivistön 10 ja tämän alapuolella sijaitsevan kammion 11 johtosiivistön 10 läpi virtaavan seoksen saattamiseksi kammion 11 seinämää pitkin pyörivään virtausliikkeeseen sekä kammion 11 alareunaan liittyvän jalan 12.

Moniaukko-multisyklonin käsittävä sekundäärisykloni 13 on sijoitettu primäärisyklonin sisäpuolelle ja se käsittää yhtenäisen keskusputken 14, joka muodostaa yläosaansa kaasujen poistokanavan 18. Keskusputken 14 ja primäärisyklonin laskujalan 12 sisäseinämän välisestä kanavasta, joka on yhteydessä saman keskusputken 14 sisäseinämän ja laskujalan 21 ulkoseinämän väliseen kanavaan, kaprimäärisyklonista saatava kaasuvirta johdetaan primäärisyklonista sekundäärisykloneihin 16A, 16B, 16C. Kyseiseen kanavaan 15 liittyvien johtosiivistöjen 17A, 17B, 17C kautta kaasuvirta on johdettavissa erotuskammioihin 19A, 19B ja 19C. Johtosiivistöt 17A - 17C saattavat sekundäärisykloneihin johdettavat kaasuvirrat kammioiden 19A - 19C seinämiä pitkin pyörivään liikkeeseen. Sekundäärisyklonin multisyklonit käsittävät myös kammioista 19A - 19C alaspäin ulottuvat laskujalat 20A - 20C, jotka avautuvat yhteiseen laskujalkaan 21, joka on sijoitettu primäärisyklonin laskujalan 12 sisälle. Kuvion 2 sovellusmuodossa kanava 15 on poikkileikkaukseltaan rengasmainen. Kyseinen rengasmainen muoto soveltuu hyvin seoksen ja kaasuvirran johtamiseen, mutta myös muun muotoisia johdeosia voidaan hyvin käyttää.

Keksinnön mukaan arinan 7 läpi tuleva ilma leijuttaa regeneraattorissa 6 olevaa katalyyttiä kuplivapetitilassa ja tuo happea koksen polttoon tarvittavaan reaktioon. Kaasu ja sen mukaan joutuvat katalyyttipartikkelit nousevat syklonin tilaan 9, josta ne edelleen kulkevat primäärisyklonin johtosiivistöön 10. Johtosiivistöllä 10 aiheutetaan virtaus, jossa hiukkaset erottuvat kaasusta keskipakovoiman ansiosta kammion seinämälle 11 ja putoavat primäärisyklonin jalkaan 12. Jalasta katalyytti kulkee takaisin leijupetiin. Primäärisykloniin tullut kaasuvirta poistuu syklonista keskusputken 14 kautta, josta se edelleen nousee edullisesti rengasmaista kanavaa 15 pitkin sekundäärisyklonien johtosiivistöön 17A - 17C. Hiukkaset erottuvat kaasusta kammioiden seinämälle 19A - 19C, josta ne putoavat sekundäärisyklonien laskujalkoihin 20A - 20C. Sekundäärisyklonien laskujalkojen 20A - 20C kautta hiukkaset valuvat yhteiseen laskujalkaan 21, joka kuten yllä todettiin on sovitettu primääri-

syklonin jalan 12 sisällä. Sekundäärisykloniin tullut kaasuvirta poistuu syklonista ja reaktorista poistoputken 18 kautta.

5 Kuviossa 3 on esitetty 3-vaiheen FCC-regeneraattorisykloni. Kuvion 2 mukainen ratkaisu sopii etenkin tertiäärisykloniksi. Multisykloni asennetaan tällöin FCC:n paineastian ulkopuolelle.

10 Kuvion 3 moniaukko-multisykloni vastaa periaatteelliselta rakenteeltaan kuvion 2 sekundäärisyklonia. Rinnakkain sovitettut moniaukkosityklonit 31A, 31B, 31C, 31D ja 31E on järjestetty yhteisen syklonivaipan 32 sisään. Erotuslaitteen yläosassa on kaasuvirran poistoputki 33 ja sen alaosassa on poistoputki 34 erotetuille partikkeleille. Säiliön keskiakseli on sopivimmin pystysuora. Säiliön ylä- ja keskiosaan on muodostettu kaksi välipohjaa 35 ja 36, jotka jakavat säiliön kolmeen kaasutilaan. Ylempään välipohjaan 35 on kiinnitetty rinnakkaisten moniaukkosityklonien keskusputket 37A – 37E, jotka avautuvat syklonin ylä-
15 tilaan 38. Keskusputket ulottuvat ylemmän välipohjan 35 läpi ja niiden päät sijaitsevat hieman välilevyn ylätasoa korkeammalla. Alempaan välipohjaan 36 on vastaavalla tavalla kiinnitetty moniaukkosityklonien laskujalat 38A – 38E, jotka avautuvat syklonin alatilaan 39. Edellä mainittu kaasun poistoputki 33 on suoraan yhteydessä syklonin ylätilaan 38 ja kiintoaineen poistoputki 34 vastaavasti syklonin alatilaan.

20

Välipohjat rajaavat välilleen välitilan 40, johon on yhdistetty syklonivaipan läpi ulottuva syöttöputki 41 puhdistettavan kaasun syöttämiseksi välitilaan. Välitila on yhteydessä moniaukkosityklonien johtosiivistöjen 42A – 42E kanssa.

25

Syöttöputken 41 kautta syötettävä kiintoainepitoinen kaasuvirta virtaa välitilassa ja kiintoaine kulkeutuu kaasuvirran mukana moniaukkosityklonien johtosiivistölle 42A – 42E. Siivistöllä aiheutetaan virtaus, jossa hiukkaset erottuvat kaasusta keskipakovoiman ansiosta keskusputken 37A – 37E seinämälle, jolloin ne valuvat syklonin laskujalkaan 38A – 38E. Jalasta katalyytti valuu säiliön alatilaan 39, josta ne voidaan tyhjentää poistoputken
30 34 kautta. Puhdistetty kaasu poistuu keskusputken 37A – 37E kautta ylätilaan 38 ja sitä kautta kaasujen poistoputkeen 33.

Modulirakenteisena kuvion 3 moniaukko-multisykloni soveltuu jälkiasennettavaksi nykyi-

siin FCC-laitoksiin, kun pölypäättöjä halutaan selvästi vähentää. Se voidaan yhdistää yhtälailla perinteisiin syklonikaskadeihin kuin moniaukkosykloneilla toteutettuihin erotusjärjestelmiin.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä kiintoaineen erottamiseksi kaasuvirrasta, jonka menetelmän mukaan

- kaasuvirta, joka sisältää suspendoitua kiintoainetta, johdetaan erotuslaitteeseen, jossa on ainakin kaksi moniaukkosityklonia (16A – 16C; 31A – 31E), joissa kiintoaine erotetaan kaasusta keskipakovoiman vaikutuksesta,

t u n n e t t u siitä, että

- käytetään erotuslaitetta, jonka moniaukkositykloneista ainakin kaksi (16A – 16C; 31A – 31E) on järjestetty rinnakkain, jolloin ne muodostavat moniaukko-multisyklonin.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että käsiteltävä kaasuvirta käsittää primäärierotuslaitteesta saatavan kaasuvirran.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että primäärierotuslaite käsittää tavanomaisen syklonin tai moniaukkosityklonin tai näiden muodostaman syklonikaskadin.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että käsiteltävä kaasuvirta syötetään moniaukko-multisykloniin sekundäärierotuslaitteesta.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että primääri- ja sekundäärierotuslaitteet käsittävät tavanomaisen syklonin tai moniaukkosityklonin, näiden muodostaman syklonikaskadin tai tavanomaisen syklonin tai moniaukkosityklonin tai syklonikaskaadin yhdistelmän.

6. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että käsiteltävä prosessin kaasuvirta käsittää leijukatalyyttisen prosessin tuotekaasun, jossa on suspendoitua katalyyttiä.

7. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että käsiteltävä prosessin kaasuvirta käsittää regeneroitavan katalyytin koksen poltosta saatavat poltto-kaasut, joissa on suspendoitua katalyyttiä.

8. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että leijukatalyyttinen prosessi käsittää hiilivetyjen katalyyttisen krakkauksen leijukatalyyttisessä krakkausyksikössä.

9. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että käsitel-

tävä prosessin kaasuvirta koostuu kiinteiden polttoaineiden leijukerros polton tuotekaasusta, joka on saatua lämmön- tai voimantuotannosta.

5 10. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että käsiteltävän kaasun pölypitoisuus saatetaan arvoon, joka on pienempi kuin 50 mg/Nm³.

11. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kiintoaineen erottamiseen käytetään 3 - 25 rinnakkain järjestettyä syklonia (16A - 16C; 31A - 31E).

10

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että käytetään 3 - 25 rinnakkain järjestettyä syklonia (16A - 16C; 31A - 31E), jolloin rinnakkaisten syklonien laskujalkat (20A - 20C; 38A - 38E) on sovitettu samaan poistoputkeen (27; 34).

15

13. Sovitelma prosessilaitteessa kiintoaineen erottamiseksi kaasuvirrasta, joka sovitelma käsittää

- ainakin kaksi moniaukkosityklonia (16A - 16C; 31A - 31E),
- t u n n e t t u siitä, että
- moniaukkositykloneista ainakin kaksi on järjestetty rinnakkain.

20

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen sovitelma, t u n n e t t u siitä, että rinnakkaisilla sykloneilla (16A - 16C) on yhteinen syöttöyhde (15), joka on muodostunut kahden sisäkkäisen lieriömäisen tai osin kartiomaisen verhopinnan (12, 14; 14, 21) välille, jolloin syklonit (16A - 16C) on järjestetty syöttöyhteen (15) sisäpuolelle.

25

15. Patenttivaatimuksen 13 tai 14 mukainen sovitelma, t u n n e t t u siitä, että kaasujen syöttöyhde (15) on erotuskammion keskiakselin suunnassa poikkileikkaukseltaan oleellisesti rengasmainen.

30

16. Patenttivaatimuksen 13 mukainen sovitelma, t u n n e t t u siitä, että moniaukkosityklonien (31A - 31E) keskusputket (37A - 37E) on sovitettu kulkemaan syöttöyhteen (40) muodostaman kanavan läpi.

35

17. Jonkin patenttivaatimuksen 13 - 16 mukainen sovitelma, t u n n e t t u siitä, että kussakin moniaukkosityklonissa (16A - 16C; 31A - 31E) on johtosiivin (17A - 17C; 42A - 42E) varustettu erotuskammio, jolla on oleellisesti pystysuoraan sovitettu keskiakseli.

18. Jonkin patenttivaatimuksen 13 - 17 mukainen sovitelma, t u n n e t t u siitä, että mo-

niaukkosityklonien erotuskammioiden johtosiivet (17A – 17C; 42A – 42E) on sovitettu rengasmaisesti syklonin kammion kehälle, osittain tai kokonaan virtauskanavaan johtosiivistöksi siten, että tämä muodostaa useita rinnakkaisia kaasun sisäänvirtauskanavia.

5 19. Jonkin patenttivaatimuksen 13 - 18 mukainen sovitelma, t u n n e t t u siitä, että rinnakkaisia moniaukkositykloneja (16A – 16C; 31A – 31E) on 3 - 300 kpl.

20. Jonkin patenttivaatimuksen 13 – 19 mukainen sovitelma, t u n n e t t u siitä, että se on yhdistetty leijukatalyyttiseen prosessilaitteeseen tai leijukerrospolton prosessilaitteeseen.

10

21. Jonkin patenttivaatimuksen 13 – 20 mukainen sovitelma, t u n n e t t u siitä, että moniaukkositykloneissa on suora siivet, joilla virtaus on jaettavissa osavirroiksi, joista jokaisen virtausnopeutta voidaan erikseen kiihdyttää.

(57) Tiivistelmä

Keksintö koskee menetelmää ja laitesovitelmaa kiintoaineen erottamiseksi kaasuvirrasta. Menetelmän mukaan kaasuvirta, joka sisältää suspendoitua kiintoainetta, johdetaan erotuslaitteeseen, jossa on ainakin kaksi moniaukkosyklonia (16A – 16C), joissa kiintoaine erotetaan kaasusta keskipakovoiman vaikutuksesta. Keksinnön mukaan käytetään erotuslaitetta, jonka moniaukkosykloneista ainakin kaksi (16A – 16C) on järjestetty rinnakkain, jolloin ne muodostavat moniaukko-multisyklonin. Keksinnön mukaista syklonisovitelmaa voidaan käyttää esim. FCC-yksikön primäärierottimena, mutta edullisemmin sitä käytetään FCC-yksikön sekundääri- tai tertiääri-erottimena, jolla erotetaan aikaisempien erotusvaiheiden poistokaasujen kaikkein hienoimmat partikkelit.

A

A

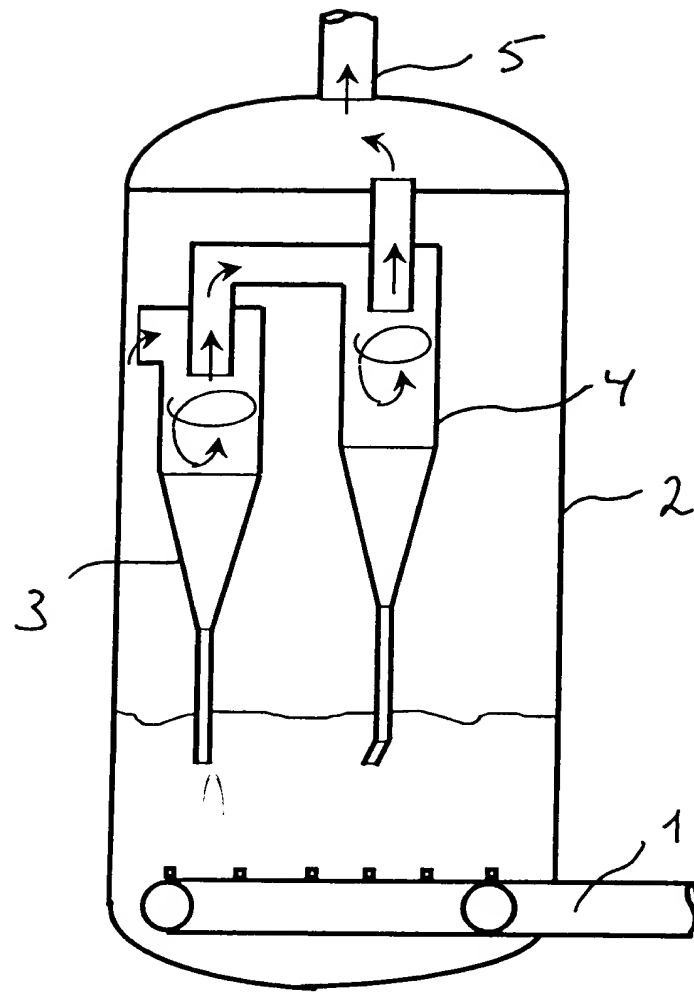


Fig. 1

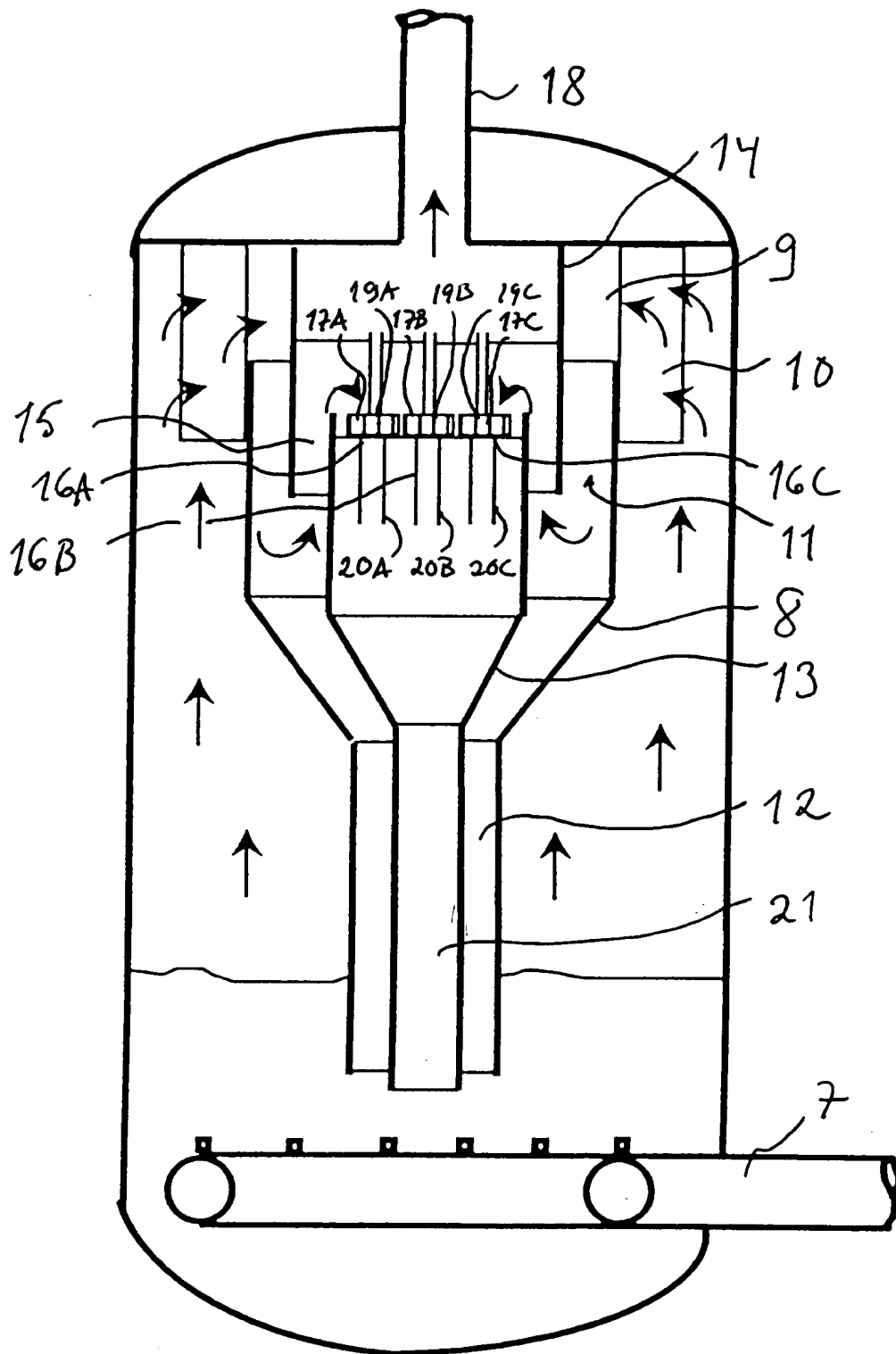


Fig. 2

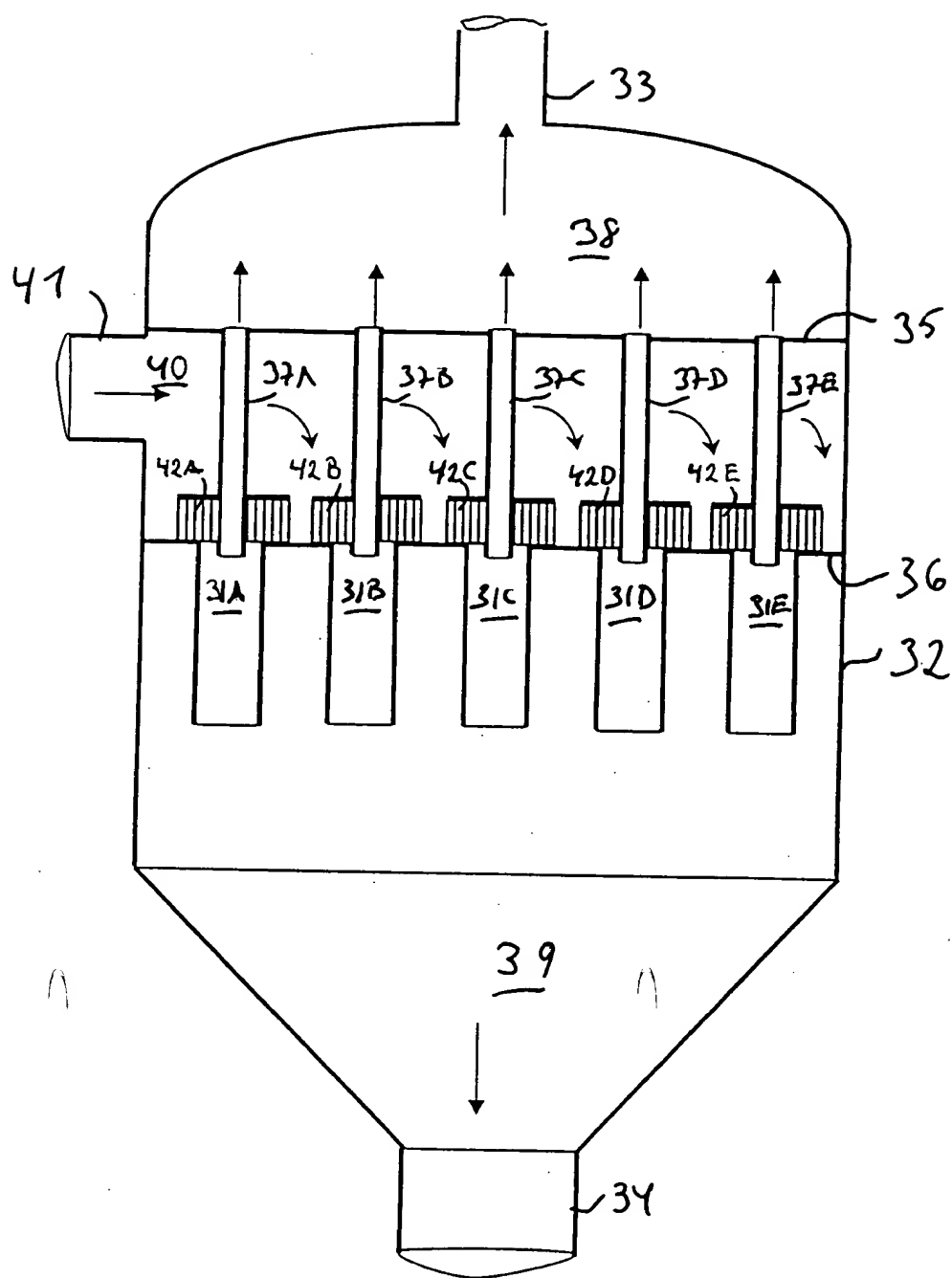


Fig. 3